

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-176640

(P 2 0 0 2 - 1 7 6 6 4 0 A)

(43) 公開日 平成14年6月21日 (2002. 6. 21)

(51) Int. Cl. 7

H04N 7/18

識別記号

F I

H04N 7/18

テーマコード

(参考)

D 5C054

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全15頁)

(21) 出願番号 特願2001-301352 (P 2001-301352)

(22) 出願日 平成13年9月28日 (2001. 9. 28)

(31) 優先権主張番号 特願2000-296995 (P2000-296995)

(32) 優先日 平成12年9月28日 (2000. 9. 28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001122
株式会社日立国際電気
東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 伊藤 渡
東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立
国際電気小金井工場内

(72) 発明者 上田 博唯
東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立
国際電気小金井工場内

(72) 発明者 岡田 俊道
東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立
国際電気小金井工場内

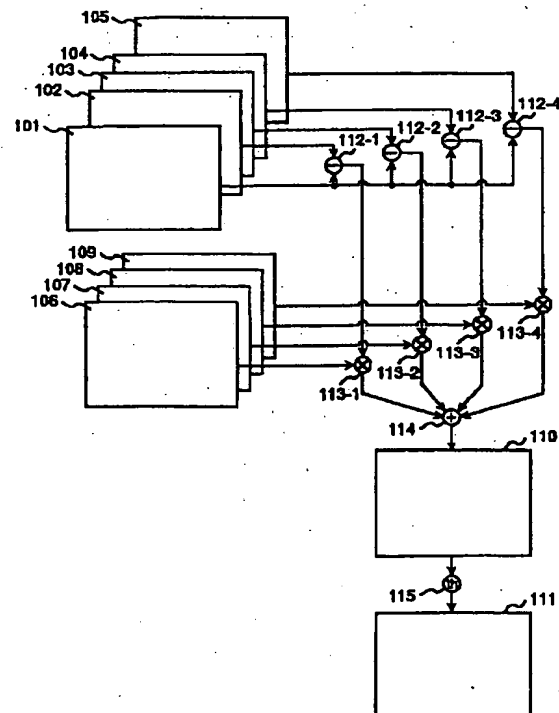
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体検出方法及び侵入物体監視装置

(57) 【要約】

【課題】 撮像範囲内に侵入した対象物体を、対象物体以外の動く物体の誤検出を低減して、検出する侵入物体検出方法及び侵入物体監視装置を提供する。

【解決手段】 異なる画像信号との画素毎の差をそれぞれ計算して前記所定フレーム数の差分画像を得、前記所定数の差分画像を所定の割合で合成して合成差分画像を作成し、前記合成差分画像を所定のしきい値で二値化して二値化画像を作成し、前記二値化画像中の二値化物体を監視視野内の侵入物体として検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮像装置から監視視野の画像を入力し、前記撮像装置からの前記画像を記憶装置に保存し、前記撮像装置からの前記画像と、前記記憶装置から出力された複数の異なる画像のそれぞれとの輝度値の差分を画素毎に計算してそれぞれの差分画像を取得し、前記それぞれの異なる差分画像を、それぞれ所定の割合で加算して、合成差分画像を生成し、前記合成差分画像を所定のしきい値で二値化して二値化画像を作成し、
該二値化画像中の物体を前記監視視野内の侵入物体として検出することを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項2】 請求項1記載の侵入物体検出方法において、更に、
前記監視視野内の、検出すべき物体が写っていない基準背景画像を作成して保存することを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項3】 請求項2記載の侵入物体検出方法において、
前記複数の異なる画像のうち、1つは基準背景画像であり、それ以外の画像はそれぞれ前記現在の入力画像と異なる時刻に得られた入力画像である。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれか1つに記載の侵入物体検出方法において、前記所定の割合が、加重係数画像として表されることを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項5】 請求項4記載の侵入物体検出方法において、前記加重係数画像は、前記監視視野を分割して得たそれぞれの所定の区域に対応して設定された前記加重係数の組であることを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項6】 請求項1記載の侵入物体検出方法において、各差分画像の加算の前記所定の割合は、前記撮像装置から、予め前記監視視野を分割して得た各所定区域の物体までの、距離に基づいて設定されていることを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項7】 請求項6記載の侵入物体検出方法において、前記撮像装置から近い距離の物体に対応する区域に対しては前記現在の入力画像と該現在の入力画像に時間的に近いフレームの入力画像との差分画像の加算割合を大きくし、前記撮像装置から遠い距離の物体に対応する区域に対しては前記現在の入力画像と該現在の入力画像から時間的に遠いフレームの入力画像との差分画像の加算割合を大きくすることを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項8】 請求項4記載の侵入物体検出方法において、前記加重係数画像は、前記撮像装置から前記物体までの距離の関数であることを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項9】 請求項8記載の侵入物体検出方法において、前記加重係数画像は、前記合成差分画像に与える寄

与率であることを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項10】 請求項1記載の侵入物体検出方法において、各差分画像を重み付けする前記それぞれの所定の割合は、前記監視視野を分割して得た各所定区域の物体の見かけ上の動きの大きさに基づいて設定することを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項11】 請求項10記載の侵入物体検出方法において、前記物体の見かけ上の動きが大きい区域に対しては、前記現在の入力画像と該現在の入力画像に時間的に近いフレームの入力画像との差分画像の重み付けの割合を大きくし、前記物体の見かけ上の動きが小さい区域に対しては、前記現在の入力画像と該現在の入力画像から時間的に遠いフレームの画像との差分画像の重み付けの割合を大きくすることを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項12】 請求項11記載の侵入物体検出方法において、物体が実質的に静止している区域に対しては、前記現在の入力画像と基準背景画像との差分画像の重み付けの割合を1とし、その他のフレームとの差分画像の重み付けの割合を実質的にゼロとすることを特徴とする侵入物体検出方法。

【請求項13】 監視対象とする撮像範囲を撮像する撮像装置と、
前記撮像装置が取得した映像信号を逐次入力画像に変換する画像入力インターフェースと、
該画像入力インターフェースからの入力画像を記憶する記憶装置とを備え、
前記画像入力インターフェースからの前記入力画像を処理する画像処理ユニットは、前記入力画像と、複数の所定数の前記記憶装置に記憶されている入力画像の各々と、の画素毎の差分を計算し、得られた前記所定数の差分画像をそれぞれ所定の割合で加算して合成画像を生成し、該合成画像を所定のしきい値によって二値化して二値化画像を得、該二値化画像に基づき前記撮像範囲内への侵入物体を検出することを特徴とする侵入物体監視装置。

【請求項14】 監視対象とする撮像範囲を撮像する画像入力装置と、
前記画像入力装置からの入力画像を受け取る画像入力インターフェースと、
該画像入力インターフェースからの入力画像を記憶する画像メモリと、
侵入物体検出プログラムを記憶しているプログラムメモリと、
前記プログラムに従って侵入物体検出処理を行う処理ユニットと、
ワークメモリと、
監視モニタと、
前記処理ユニットの指示によって前記監視モニタに画像を送る画像出力インターフェースとを備え、

10

20

30

40

50

前記プログラムが、前記入力画像と、複数の所定数の前記画像メモリに記憶されている入力画像のそれぞれと、の画素毎の差分を計算するコード手段と、得られた前記所定フレーム数の差分画像をそれぞれ所定の割合で加算して合成差分画像を生成するコード手段と、該合成差分画像を所定のしきい値によって二値化して二値化画像を得るコード手段と、該二値化画像に基づき前記撮像範囲内への侵入物体を検出するコード手段とを備えることを特徴とする侵入物体監視装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 記載の侵入物体監視装置において、更に、

音、可視光、振動、回転運動、上下運動の少なくとも 1 つ以上で表し人間または補助動物が感知可能な信号を発生する警告装置と、
前記処理ユニットの指示によって前記警告装置に警告を表示させる警告表示信号を伝達する出力インターフェースとを備えることを特徴とする侵入物体監視装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、撮像装置を用いた監視装置に係り、特に木々や波などの揺れが観測される監視環境下において、監視範囲内への侵入物体を検出すべき対象物体として、撮像装置から入力する映像信号の中から自動的に検出する侵入物体検出方法及び侵入物体監視装置に関する。

【 0 0 0 2 】 カメラ等の撮像装置を画像入力手段として用いた侵入物体監視装置は、従来の監視員による有人監視ではなく、監視視野内の侵入物体を検出したり、物体の種類を確認したりして、自動的に所定の報知や警報処置が得られるようにしたものである。このようなシステムを実現するためには、先ず、カメラ等の画像入力手段より得られた入力画像と基準背景画像（即ち、検出すべき物体の写っていない画像）や該入力画像と異なる時刻に得られた入力画像とを比較し、画素毎に差分を求め、その差分の大きい領域を物体として抽出する方法がある。この方法は、差分法と呼ばれ従来から広く用いられている。特に、入力画像と基準背景画像との差分を用いる方法は背景差分法、異なる時刻に得られた入力画像間での差分を用いる方法はフレーム間差分法と呼ばれる。

【 0 0 0 3 】 まず、背景差分法の処理を、図 5 を用いて説明する。図 5 は、背景差分法における物体検出の処理原理を説明するための図で、101 は入力画像、105 は基準背景画像、501 は背景差分法による差分画像、502 は差分画像 501 の二値化画像、112 は減算器、115 は二値化器である。

【 0 0 0 4 】 図 5 において、減算器 112 は、2 フレームの画像（この図では入力画像 101 と基準背景画像 105）の画素毎の輝度値の差分を計算して差分画像 501 を出力し、二値化器 115 は差分画像 501 の画素毎の輝度値が所定のしきい値 Th 未満の輝度値を “ 0 ”、しき

い値 Th 以上の画素の輝度値を “ 255 ”（1 画素の輝度値を 8 ビットで計算）として、二値化画像 502 を得る。

【 0 0 0 5 】 これによって、入力画像 101 に写った人型の物体 503 は、減算器 112 によって差分が生じた領域 504 として計算され、二値化器 115 によって輝度値 “ 255 ” のかたまりの画像 505 として検出される。背景差分法を応用した例としては、例えば、特開平 9-28 8732 号公報がある。

【 0 0 0 6 】 次にフレーム間差分法の処理を、図 6 を用いて説明する。図 6 は、フレーム間差分法における物体検出の処理原理を説明するための図で、101 は第 1 の入力画像、102 は第 1 の入力画像 101 と同一の視野範囲を第 1 の入力画像 101 と異なる時刻に撮像して得られた第 2 の入力画像、601 はフレーム間差分法による差分画像、602 は差分画像 601 の二値化画像、112 は減算器、115 は二値化器である。

【 0 0 0 7 】 図 6 において、減算器 112 は前記図 5 の場合と同様に 2 フレームの画像（この図では第 1 の入力画像 101 と第 2 の入力画像 102）の画素毎の輝度値の差分を計算し差分画像 601 を出力し、二値化器 115 は前記図 5 の場合と同様に差分画像 601 の画素毎の輝度値が所定のしきい値 Th 未満の輝度値を “ 0 ”、しきい値 Th 以上の画素の輝度値を “ 255 ”（1 画素の輝度値を 8 ビットで計算）として、二値化画像 602 を得る。

【 0 0 0 8 】 これによって、第 1 の入力画像 101 及び第 2 の入力画像 102 に写った人型の物体 603 及び 604 は、減算器 112 によって差分が生じた領域 605 として計算され、二値化器 115 によって輝度値 “ 255 ” のかたまりの画像 606 として検出される。フレーム間差分を応用した例としては、例えば、特許登録番号第 263 3694 号公報がある。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、背景差分法では、対象物体の入力画像上での見かけの移動速度が小さい場合でも対象物体を検出できるという特徴があるものの、木の葉や波などの揺れのような動く物体がある場合には、動く物体を誤って検出してしまうという課題がある。また、フレーム間差分法では、木の葉や波などの揺れのような動く物体がある場合に、差分処理を行う 2 フレームの画像を取得する時間間隔を適切に設定する（2 フレームの画像間で木の葉や波の揺れの変化が小さくなるように設定する）ことで動く物体を誤って検出すること（誤検出）が低減できるという特徴があるものの、検出すべき対象物体の入力画像上での見かけの移動速度が小さい場合には対象物体として検出されないという課題がある。本発明の目的は、対象物体以外の動く物体の誤検出を低減して、撮像範囲内に侵入した対象物体を検出する侵入物体検出方法及び侵入物体監視装置を提供する

ことにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の一側面による侵入物体検出方法は、撮像装置から監視視野の画像を逐次受取り、前記撮像装置からの前記画像を記憶装置に保存し、前記撮像装置からの現在の画像と、複数の所定フレーム数の、異なる画像の各々との画素毎の輝度値の差を計算して各差分画像を生成し、前記差分画像（複数）をそれぞれ所定の割合（複数）で加算して合成差分画像を作成し、前記合成差分画像を所定のしきい値で二値化して二値化画像を作成し、該二値化画像中の物体を前記監視視野内の侵入物体として検出する。

【0011】本発明の好ましい1つの特徴によれば、前記複数の所定フレーム数の異なる画像の内1フレームは基準背景画像であり、それ以外のフレームはそれぞれ前記現在の入力画像と異なる時刻に得られた入力画像である。更に、本発明の侵入物体検出方法は、前記監視視野内の、検出すべき物体が写っていない基準背景画像を作成して保存する。また更に、前記複数の異なる画像のうち、1つは基準背景画像であり、それ以外の画像はそれぞれ前記現在の入力画像と異なる時刻に得られた入力画像である。また更に、前記所定の割合が、加重係数画像として表される。また更に、前記加重係数画像は、前記監視視野を分割して得たそれぞれの所定の区域に対応して設定された前記加重係数の組であることを特徴とする。

【0012】更に、本発明の侵入物体検出方法において、各差分画像の加算の前記所定の割合は、前記撮像装置から、予め前記監視視野を分割して得た各所定区域の物体までの、距離に基づいて設定されているものである。また、前記撮像装置から近い距離の物体に対応する区域に対しては前記現在の入力画像と該現在の入力画像に時間的に近いフレームの入力画像との差分画像の加算割合を大きくし、前記撮像装置から遠い距離の物体に対応する区域に対しては前記現在の入力画像と該現在の入力画像から時間的に遠いフレームの入力画像との差分画像の加算割合を大きくするものである。また更に、前記加重係数画像は、前記撮像装置から前記物体までの距離の関数である。また更に、前記加重係数画像は、前記合成差分画像に与える寄与率である。また更に、各差分画像を重み付けする前記それぞれの所定の割合は、前記監視視野を分割して得た各所定区域の物体の見かけ上の動きの大きさに基づいて設定するものである。また更に、前記物体の見かけ上の動きが大きい区域に対しては、前記現在の入力画像と該現在の入力画像に時間的に近いフレームの入力画像との差分画像の重み付けの割合を大きくし、前記物体の見かけ上の動きが小さい区域に対しては、前記現在の入力画像と該現在の入力画像から時間的に遠いフレームの画像との差分画像の重み付けの割合を大きくすることである。また更に、本発明の侵入物

体検出方法は、物体が実質的に静止している区域に対しては、前記現在の入力画像と基準背景画像との差分画像の重み付けの割合を1とし、その他のフレームとの差分画像の重み付けの割合を実質的にゼロとするものである。

【0013】更に、本発明の侵入物体監視装置は、監視対象とする撮像範囲を撮像する撮像装置と、前記撮像装置が取得した映像信号を逐次入力画像に変換する画像入力インターフェースと、該画像入力インターフェースからの入力画像を記憶する記憶装置とを備え、前記画像入力インターフェースからの前記入力画像を処理する画像処理ユニットは、前記入力画像と、複数の所定数の前記記憶装置に記憶されている入力画像の各々と、の画素毎の差分を計算し、得られた前記所定数の差分画像をそれぞれ所定の割合で加算して合成画像を生成し、該合成画像を所定のしきい値によって二値化して二値化画像を得、該二値化画像に基づき前記撮像範囲内への侵入物体を検出することを特徴とする。

【0014】また更に、本発明の侵入物体監視装置は、監視対象とする撮像範囲を撮像する画像入力装置と、前記画像入力装置からの入力画像を受け取る画像入力インターフェースと、該画像入力インターフェースからの入力画像を記憶する画像メモリと、侵入物体検出プログラムを記憶しているプログラムメモリと、前記プログラムに従って侵入物体検出処理を行う処理ユニットと、ワークメモリと、監視モニタと、前記処理ユニットの指示によって前記監視モニタに画像を送る画像出力インターフェースとを備え、前記プログラムが、前記入力画像と、複数の所定数の前記画像メモリに記憶されている入力画像のそれぞれと、の画素毎の差分を計算するコード手段と、得られた前記所定フレーム数の差分画像をそれぞれ所定の割合で加算して合成差分画像を生成するコード手段と、該合成差分画像を所定のしきい値によって二値化して二値化画像を得るコード手段と、該二値化画像に基づき前記撮像範囲内への侵入物体を検出するコード手段とを備えることを特徴とするものである。また更に、音、可視光、振動、回転運動、上下運動の少なくとも1つ以上で表し人間または補助動物が感知可能な信号を発生する警告装置と、前記処理ユニットの指示によって前記警告装置に警告を表示させる警告表示信号を伝達する出力インターフェースとを備えるものである。

【0015】フレーム間差分法と背景差分法の長所短所を整理すると以下ようになる。

フレーム間差分法の長所：差分処理を行う2フレームの画像を取得する時間間隔を適切に設定する（2フレームの画像間で木の葉や波の揺れの変化が小さくなるように設定する）ことで誤検出の割合を低減できる。

フレーム間差分法の短所：見かけの動きが小さい（時間間隔 Δt における画像上の移動量が小さい）物体は検出できない。

背景差分法の長所：見かけの動きが小さい物体も検出可能（停止物体も検出可能）。

背景差分法の短所：検出すべき対象物体以外の動く物体も検出してしまふ。

【0016】本発明者等がフレーム間差分法と背景差分法を洋上侵入監視船の検出に適用した実験（フレーム時間間隔 $\Delta t = 100 \text{ m sec}$ ）の結果、以下のことが分かった。フレーム間差分法を使えば海面に写る夕日の反射は抑制可能である（検出されたとしても誤検出領域の面積は小さい）。背景差分法では夕日の反射の誤検出は抑制できない（誤検出領域の面積が大きい）。夕日の反射の誤検出は、画像手前部分に多い（画像手前になるほど波が大きく見えるため）。フレーム間差分法では遠方の船舶は検出できない（見かけの移動量が小さいため）。

【0017】これらの結果から、画面手前（近くの物体）を検出する場合は、フレーム間差分法が有効であり、画面奥（遠方の物体）を検出する場合は、背景差分法が有効であると結論できる。従って、本発明では、テレビジョンカメラの画面手前ではフレーム間差分法を適用し、画面奥では背景差分法を適用するようなハイブリッド化によって侵入物体検出性能を向上させるようにしたことを1つの特徴としたものである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に言及して説明する。全図面を通じて同様な部材には同様な参照符号を付す。図4は、本発明を適用した侵入物体監視システムのハードウェア構成を示すブロック図である。最初に、図4に言及してこの侵入物体監視システムを説明する。図4において、401はテレビジョンカメラ（以下TVカメラと呼ぶ）、402は画像入力I/F、403はCPU、404はプログラムメモリ、405は画像メモリ、406はワークメモリ、407は出力I/F、408は画像出力I/F、409は警告灯、410は監視モニタ、411はデータバスである。

【0019】TVカメラ401は画像入力I/F402に接続され、監視モニタ410は画像出力I/F408に接続され、警告灯409は出力I/F407に接続されている。また、画像入力I/F402、CPU403、プログラムメモリ404、画像メモリ405、ワークメモリ406、出力I/F407及び画像出力I/F408は、データバス411に接続されている。

【0020】図4において、TVカメラ401は監視対象区域を含めた撮像視野内を撮像する。TVカメラ401は、撮像した画像を映像信号に変換し、該映像信号を画像入力I/F402に入力する。画像入力I/F402は、入力した該映像信号を侵入物体監視システムで扱うフォーマット（例えば、幅320pix、高さ240pix、8bit/pix）の画像データに変換し、データバス411を介して画像メモリ405に送る。画像メモリ405は、画像入力I/F402から送られてきた画像データを蓄積する。

【0021】CPU403は、プログラムメモリ404に保存されている動作プログラムに従って、ワークメモリ406内で画像メモリ405に蓄積された画像の解析を行う。以上の解析結果、TVカメラ401の撮像視野内に侵入物体が侵入した等の情報を得る。CPU403は、データバス411から画像出力I/F408を介して監視モニタ410に、例えば、処理結果画像を表示し、出力I/F407を介して警告灯409を点灯する。

【0022】また、前記画像出力I/F408は、CPU403からの信号を前記監視モニタ410が使用できるフォーマット（例えば、NTSC映像信号）に変換して、監視モニタ410に送る。監視モニタ410は、例えば、侵入物体検出結果画像を表示する。

【0023】図2は本発明の侵入物体の検出の第1の処理フローを示す図である。この処理フローは、図4の侵入物体監視システムのハードウェア構成を用いて実行される。この図2の第1の処理フローは、図4のTVカメラ401から入力した入力画像101と、画像メモリ405に保存されている所定のフレーム数（2フレーム以上）の前の入力画像との差分画像を、図6に表されるフレーム間差分法によって計算し、得られた所定フレーム数の差分画像に重み付けして加算し、得られた合成差分画像を所定のしきい値で二値化することによって、TVカメラ401の視野内に侵入した物体を検出する方法である。

【0024】まず、画像入力ステップ201では、TVカメラ401によって撮像される入力映像信号を、例えば、 320×240 画素（pix）の入力画像101として得る。次にフレームカウンタクリアステップ202では、フレーム間差分の対象となる画像番号を管理するための変数であるフレームカウンタの値を1に設定する。

【0025】次に、フレーム間差分処理ステップ203では、入力画像101（ここでは $a(x, y)$ と表記する。 (x, y) は画像上の画素の位置を表す）と画像メモリ405に保存されている前の入力画像（ここでは $b_i(x, y)$ と表記する。 i はフレームカウンタの値を表す）との差分（ $ci(x, y)$ と表記する）を計算する。

【0026】このとき、対象となる画像メモリ405に保存されている入力画像は、前記フレーム番号によって決定され、例えば、フレームカウンタの値が1の場合は、一番最近（例えば、1フレーム前）に保存された入力画像画像（ $bi(x, y)$ ）を表す。画素毎の差分は、以下のようにして計算される。

【0027】

【数1】

$$ci(x, y) = |a(x, y) - bi(x, y)| \quad \dots (1)$$

次に、フレームカウンタ増加ステップ204では、フレ

ームカウンタの値を 1 増加させる。

【0028】フレーム終了判定ステップ 205 では、フレームカウンタの値が所定の値 N 未満の場合にフレーム間差分ステップ 203 に分岐し、所定の値 N (例えば、N = 3) 以上の場合には差分画像合成ステップ 206 へ分岐する。ここで、所定の値 N は、入力画像 101 とフレーム間差分を行う場合に使用する画像の数、即ち、画像メモリ 401 に保存する入力画像の数を表し、例えば、N = 4 とした場合、画像メモリ 401 に保存されている入力画像の数は 4 である。そして、この場合、差分画像も 4 フレーム ($ci(x, y)$ 、 $i = 1 \sim 4$) 得られる。

【0029】次に、差分画像合成ステップ 206 では、得られた N フレームの差分画像を所定の加重係数画像 $di(x, y)$ によって重み付けして加算し、合成差分画像 $e(x, y)$ を得る。合成差分画像 $e(x, y)$ は、以下のようにして計算される。

【0030】

【数 2】

$$e(x, y) = \frac{1}{255} \sum_{i=1}^N di(x, y) \cdot ci(x, y) \quad \dots (2)$$

ただし、加重係数画像 $di(x, y)$ は、

【数 3】

$$\sum_{i=1}^N di(x, y) \leq 255 \quad \dots (3)$$

となるように予め設定しておく。

【0031】この加重係数画像 $di(x, y)$ は、各差分画像 $ci(x, y)$ が合成差分画像 $e(x, y)$ に対してどの位寄与するかを表し、例えば $d1(100, 100) = 255$ の場合は、座標 (100, 100) において第 1 の差分画像 ($c1(x, y)$) が合成差分画像 $e(x, y)$ に対して 100 % の寄与率を持っていることを表す (加重係数画像は、1 画素 8 ビットの画像として表されており、加重係数画像の画素値が 0 の場合は寄与率が 0 %、画素値が 255 の場合は寄与率が 100 % であることを意味する)。

【0032】図 14 は、本発明の一実施例の差分画像、加重係数画像、及び合成差分画像を説明するための図である。図 14 は、差分画像のフレーム数が 2、即ち、 $ci(x, y)$ 、 $i = 1, 2$ の例である。説明を簡単にするため、差分画像、加重係数画像、及び合成差分画像それぞれの 4 点の画素位置 (1) ~ (4) について説明する。背景差分画像 $c1(x, y)$ の画素位置 (1) ~ (4) のそれぞれの差分の輝度値は乗算器 113 に出力され、背景差分画像 $c2(x, y)$ の画素位置 (1) ~ (4) のそれぞれの差分の輝度値は乗算器 114 に出力される。また、加重係数画像 $d1(x, y)$ は背景差分画像と同一の画素位置 (1) ~ (4) の加重係数が輝度値と同じ次元の値で与えられ、

例えば、画素位置 (1) の加重係数 $d1(1)$ を 255、また、画素位置 (2) の加重係数 $d1(2)$ を 127、画素位置 (3) の加重係数 $d1(3)$ を 127、画素位置 (4) の加重係数 $d1(4)$ を 0 としている。同様に、加重係数画像 $d2(x, y)$ では、 $d2(1)$ を 0、 $d2(2)$ と $d2(3)$ を 128、 $d2(4)$ を 255 とする。したがって、乗算器 113 と 113' でそれぞれの画素毎に乗算し、乗算した出力が加算器 114 で加算されさらに 255 で除算することにより、合成差分画像 $e(x, y)$ が得られる。

【0033】更に、この加重係数画像の設定を、図 7 から図 13 を用いて説明する。図 7 と図 8 は、洋上監視に対して本発明を適用した場合の加重係数画像の設定例である。図 7 において 701 は監視対象の視野範囲を撮像して得られる入力画像を表し、図 8 は、所定の値 N を N = 4 とした場合の例で、4 つの加重係数画像 $di(x, y)$ 、 $i = 1 \sim 4$ を重ねて表示したものである。図 8 の例では、加重係数の値によって、海面の領域とそれ以外の領域 (防波堤及び灯台の領域) 804 を分けており、海面領域は更に、TV カメラ 401 からの距離に応じて、3 つの領域 801 ~ 803 に分けている。

【0034】海面に発生する波の揺れは、TV カメラ 401 に近い程大きく観測される。このため、TV カメラ 401 に近い領域では波の揺れによる輝度値の変化を少なくするようにフレーム間差分を行わなければならない。従って、2 フレームの画像入力時間を短くする必要がある。即ち、海面、画面手前の領域 801 に対しては差分画像 $c1(x, y)$ (2 フレームの画像入力時間を短い間隔、例えば、100 msec) を使い、TV カメラ 401 から離れた領域 802 (例えば、TV カメラ 401 から 30 m 以上離れた領域) に対しては、差分画像 $c2(x, y)$ (2 フレームの画像入力時間間隔を中くらい、例えば、500 msec) を使い、TV カメラ 401 から更に離れた領域 803、例えば、TV カメラ 401 から 100 m 以上離れた領域) に対しては、差分画像 $c3(x, y)$ (2 フレームの画像入力時間間隔を長く、例えば、3 sec) を使うようにする。ただし、波の揺れが存在しない領域 804 については、2 フレームの画像入力時間間隔を長くできるので、差分画像 $c4(x, y)$ を使うようにする。従って、加重係数画像 $d1(x, y)$ は、領域 801 の画素を 255、それ以外の画素を 0 にする。同様に、加重係数画像 $d2(x, y)$ は領域 802 の画素を 255、それ以外の画素を 0、加重係数画像 $d3(x, y)$ は領域 803 の画素を 255、それ以外の画素を 0、加重係数画像 $d4(x, y)$ は領域 804 の画素を 255、それ以外の画素を 0 とする。

【0035】これを図示すると、図 11 の A ~ D のようになる。図 11 は、図 7 の場面において、加重係数画像 $di(x, y)$ の画素値を 0、255 の 2 つの値で設定した例である。図 11A の画像 1101 は加重係数画像 $d1(x, y)$ を表し、加重係数画像 $d1(x, y)$ は、

領域 1101a 及び領域 1101b を画素値 255 に設定し、それ以外の画素を 0 にする。図 11B の画像 1102 は加重係数画像 $d_2(x, y)$ を表し、加重係数画像 $d_2(x, y)$ は、領域 1102a 及び領域 1102b を画素値 255 に設定し、それ以外の画素を 0 にする。図 11C の画像 1103 は加重係数画像 $d_3(x, y)$ を表し、加重係数画像 $d_3(x, y)$ は、領域 1103a 及び領域 1103b を画素値 255 に設定し、それ以外の画素を 0 にする。更に、図 11D の画像 1104 は加重係数画像 $d_4(x, y)$ を表し、加重係数画像 $d_4(x, y)$ は、領域 1104a 及び領域 1104b を画素値 255 に設定し、それ以外の画素を 0 にする。

【0036】もちろん各領域の境界に近い画素では、加重係数を 255 より小さい値に設定することも可能で、例えば、領域 801 と領域 802 の境界に当たる画素に対しては、 $d_1(x, y) = 127$ 、 $d_2(x, y) = 128$ としても良い。これを図示すると、図 12 のようになる。図 12 は、境界の幅を 30 pix とした例で、画像 $d_1(x, y)$ の画素値を 0、127、255 の 3 つの値で設定した例である。尚、画素値の最大値 255 は、2 で割り切れないために、加重係数（寄与率）の配分で生じる余り分を加重係数画像のいずれかに割り振るようにする。加重係数画像の画素値 127 と 128 は、最大加重係数 255 に対して 0.4 % の差しかなく、同じ加重係数とみなせるので、ここでは 127 とした。

【0037】画像 1201 は加重係数画像 $d_1(x, y)$ を表し、加重係数画像 $d_1(x, y)$ は、領域 1201a 及び領域 1201b を画素値 255 に設定し、領域 1201c 及び領域 1201d を画素値 127 に設定し、それ以外の画素を 0 にする。画像 1202 は加重係数画像 $d_2(x, y)$ を表し、加重係数画像 $d_2(x, y)$ は、領域 1202a（領域 1201c と同じ）及び領域 1202b（領域 1201d と同じ）を画素値 128 に設定し、領域 1202c 及び領域 1202d を画素値 255 に設定し、領域 1202e 及び領域 1202f を画素値 127 に設定し、それ以外の画素を 0 にする。画像 1203 は加重係数画像 $d_3(x, y)$ を表し、加重係数画像 $d_3(x, y)$ は、領域 1203a（領域 1202e と同じ）及び領域 1203b（領域 1202f と同じ）を画素値 128 に設定し、領域 1203c を画素値 255 に設定し、それ以外の画素を 0 にする。さらに、画像 1204 は加重係数画像 $d_4(x, y)$ を表し、加重係数画

$$d_1(x, y) = \begin{cases} 0 & (0 \leq y < 20) \\ 255 \frac{y-20}{120-20} & (20 \leq y < 80) \\ 255 \left(\frac{y-20}{120-20} - \frac{y-80}{220-80} \right) & (80 \leq y < 120) \\ 255 \frac{220-y}{220-80} & (120 \leq y < 220) \\ 0 & (220 \leq y \leq 255) \end{cases}$$

【数 6】

像 $d_4(x, y)$ は、領域 1204a 及び領域 1204b を画素値 255 に設定し、それ以外の画素を 0 にする。

【0038】尚、この設定例では、 $d_4(x, y)$ については、図 11D のように 0 と 255 の 2 値で表す。これは、領域 804 が、他の領域 801、802、803 のように画像下部になる程（TV カメラとの距離が小さくなる程）波が大きく見えるという特性ではなく、単一のフレーム時間間隔（フレーム間差分）あるいは背景差分を適用すれば良いためである。

【0039】上記図 11、図 12 の例では、加重係数画像の加重係数を 2 値、あるいは 3 値で設定したものであるが、それ以外の加重係数の設定方法でも良い。この加重係数の設定方法の一例を図 13 を用いて説明する。図 13 は、各加重係数画像の画素値を 0 ～ 255 の 256 通りの値に割り当てる例であり、画像 1301 は図 7 と同じ場面を表しており、グラフ 1302 は寄与率配分を表している。寄与率配分を表すグラフ 1302 は、縦方向の位置が画像 1301 の y 座標に対応し、横方向の幅が合成差分画像 $e(x, y)$ への寄与率（加重係数の値）を表す。グラフ 1302 は、3 つの領域 1302a、1302b、1302c に分けられており、それぞれ差分画像 $c_1(x, y)$ 、 $c_2(x, y)$ 、 $c_3(x, y)$ の加重係数画像 $d_1(x, y)$ 、 $d_2(x, y)$ 、 $d_3(x, y)$ に対応する。領域 1302a と領域 1302b は、点 1302g (y 座標 220 に対応) と点 1302h (y 座標 80 に対応) を結ぶ線によって分けられており、領域 1302b と領域 1302c は、点 1302i (y 座標 120 に対応) と点 1302j (y 座標 20 に対応) を結ぶ線によって分けられている。これらの点は、TV カメラ 401 からの距離に応じて経験的に設定され、例えば、点 1302g は TV カメラ 401 から 10 m、点 1302i は 30 m、点 1302h は 80 m、点 1302j は 150 m の距離に対応する画像上の y 座標に対応させて設定する。この図のように領域を分割すると、領域 1302a、領域 1302b、領域 1302c の幅 ($d_1(x, y)$ 、 $d_2(x, y)$ 、 $d_3(x, y)$ の加重係数) は、

【数 4】

$$d_1(x, y) = \begin{cases} 0 & (0 \leq y < 80) \\ 255 \frac{y-80}{220-80} & (80 \leq y < 220) \\ 255 & (220 \leq y \leq 255) \end{cases} \quad (4)$$

【数 5】

$$\begin{cases} 0 & (0 \leq y < 20) \\ 255 \frac{y-20}{120-20} & (20 \leq y < 80) \\ 255 \left(\frac{y-20}{120-20} - \frac{y-80}{220-80} \right) & (80 \leq y < 120) \\ 255 \frac{220-y}{220-80} & (120 \leq y < 220) \\ 0 & (220 \leq y \leq 255) \end{cases} \quad (5)$$

$$d_i(x, y) = \begin{cases} 255 & (0 \leq y < 20) \\ 255 \cdot \frac{y-20}{120-20} & (20 \leq y < 120) \\ 255 & (120 \leq y \leq 255) \end{cases} \quad \dots (6)$$

として算出することができる。ここで、例えば画像 1301 の位置 1301a ($y = 100$) における加重係数を算出すると、 $d1(x, y) = 36$ (幅 1302d)、 $d2(x, y) = 168$ (幅 1302e)、 $d3(x, y) = 51$ (幅 1302f) となる。ただし、波の揺れが存在しない領域 804 (背景差分法を適用できる領域) については、 $d_i(x, y) = 0$ ($I < 4$)、 $d4(x, y) = 255$ とする。なお、本実施例では、図 13 のグラフ 1302 のように、加重係数画像の寄与率を決める領域 1302a、1302b、1302c を、基準となる点 1302g、1302h、1302i、1302j を結ぶ直線を用いて分割しているが、これを曲線を用いて分割するようにしても良い。

【0040】図 9、図 10 は、屋外監視に対して本発明を適用した場合の加重係数画像の設定例である。図 9 は入力画像 901、図 10 は $N = 3$ とした例で加重係数画像 $d1(x, y)$ 、 $i = 1 \sim 4$ を重ねて表示したものである。この例では、建物、地面及び空の領域と草木の領域を分けており、車木の領域はさらに草木の種類に応じて 2 つに分けている。

【0041】図 9 の例では、画像上の見かけの動きの大きさは、画像上方の本の方が画像中央の車より大きいとしている。揺れが大きい領域では、木々の揺れの変化を少なくするようにフレーム間差分を行なう 2 フレームの画像入力時間間隔を短くする必要がある。すなわち、木の領域 1002 に対しては差分画像 $c1(x, y)$ を使い、草の領域 1001 に対しては差分画像 $c2(x, y)$ を使うようにする。ただし、木々の揺れが存在しない領域 1003 については、2 フレームの画像入力時間間隔を長くできるので、差分画像 $c3(x, y)$ を使うようにする。したがって、加重係数画像 $d1(x, y)$ は、領域 1002 の画素を 255、それ以外の画素を 0 にする。同様に、加重係数画像 $d2(x, y)$ は領域 1001 の画素を 255、それ以外の画素を 0、 $d3(x, y)$ は領域 1003 の画素を 255、それ以外の画素を 0 とする。もちろん、前述の図 7、図 8 の場合と同様に、各領域の境界に近い領域では加重係数を 255 より小さい値に設定することが可能で、例えば、領域 1001 との境界に当たる画素に対しては、 $c1(x, y) = 128$ 、 $c2(x, y) = 127$ としても良い。

【0042】さらには、図 13 で説明したように、加重係数画像を 0 ~ 255 の 256 通りの値で割り当てるようにしても良い。図 13 では、カメラ 401 からの距離に応じて加重係数を割り当てるようにしているが、図 9 の例では、カメラ 401 に写る物体が画像上でどの程度動いて観測されるかに応じて加重係数を割り当てるようにする (大きく動いて観測される領域 (例えば、1002

) では、差分法に用いるフレーム間隔が短い $d1(x, y)$ の寄与率が高くなるように、ほとんど動かないで観測される領域 (例えば、1003) では、差分法に用いるフレーム間隔が長い、あるいは背基準景画像との差分である $d3(x, y)$ の寄与率が高くなるように設定する)。尚、加重係数画像の設定は、侵入物体監視システムの設置時に 1 度だけ行えばよいため、後述する図 2 及び図 3 のフローチャートでは、加重係数画像の設定ステップを省略し含んでいない。

【0043】次に、図 2 の二値化処理ステップ 207 では、差分画像合成処理ステップ 206 によって得られた合成差分画像 $e(x, y)$ を、所定のしきい値 Th (例えば、 $Th = 20$) を用いて、合成差分画像 $e(x, y)$ の画素毎の輝度値が所定のしきい値 Th 未満の輝度値を 0、しきい値 Th 以上の画素の輝度値を 255 (1 画素の輝度値を 8 ビットで計算) として二値化画像 $f(x, y)$ を得る。

【0044】次に侵入物体判定ステップ 208 では、得られた二値化画像 $f(x, y)$ で輝度値 255 の画素のかたまりが存在するか否か (画素が所定数 (例えば、100 個) 以上かたまって存在するか否か) を判定し、輝度値 255 の画素のかたまりが存在した場合、それを侵入物体とみなして分岐ステップ 209 において警報・モニタ表示ステップ 210 へ分岐し、輝度値 255 の画素の塊が存在しない場合、入力画像保存ステップ 211 へ分岐する。

【0045】警報・モニタ表示ステップ 210 では、出力 I/F 407 を介して警告灯 409 を点灯させたり、画像出力 I/F 408 を介して監視モニタ 410 に例えば監視処理結果を表示する。

【0046】次に入力画像保存ステップ 211 では、入力画像 111 を 1 フレーム前の入力画像 $b1(x, y)$ として画像メモリ 405 に保存する。その際に、これまでに保存した入力画像 $b1(x, y)$ から $bN-1(x, y)$ は、それぞれ $b2(x, y)$ から $bN(x, y)$ へコピーされる。このようにすることで、画像メモリ 405 には、 N フレーム前までの入力画像を保存できる。このようにすることで、撮像装置の視野内に存在する対象物体以外の動く物体が差分として差分画像に現れることを抑制し、正確な侵入物体検出が可能となる。

【0047】図 3 は、本発明の侵入物体の検出の第 2 の処理フローを示す図である。図 3 は、図 2 で示されるフローチャートに、背景差分ステップ 301 と、基準背景画像更新ステップ 302 を追加したものである。背景差分ステップ 301 では、入力画像 101 と基準背景画像 105 との画素毎の差分を計算する (これを $c(x, y)$ とする)。差分画像合成ステップ 206 では、図 2 で示される処理フローで説明した N 番目のフレーム間差分画像の代わりに背景差分による差分画像 $c(x, y)$ を合成する。この際、前述の第 1 の処理フローの例では、

図 8 の領域 804 に対して 4 フレーム前の差分画像 $c(x, y)$ を適用したが、この第 2 の処理フローでは、背景差分による背景差分画像 $c(x, y)$ を適用させるようにする。基準背景画像更新ステップ 302 では、例えば、入力画像と基準背景画像の画素を平均化し、新たな基準背景画像とする。これ以外のステップは図 2 のフローチャートで示される処理フローと同様であるため説明を省略する。

【0048】次に、この一連の処理の流れを図 1 を用いて説明する。図 1 では、フレーム間差分に 3 フレーム使用し、更に背景差分法も使用した例である。図 1 において、画像 101 は入力画像、画像 102 は別時刻に入力した入力画像（例えば、1 フレーム前の入力画像）、画像 103 は更に別時刻に入力した入力画像（例えば、2 フレーム前の入力画像）、画像 104 はまた更に別の時刻に入力した入力画像（例えば、3 フレーム前の入力画像）、画像 105 は基準背景画像を表す。また、画像 106 は入力画像 101 と入力画像 102 との差分画像に対する加重係数画像、画像 107 は入力画像 101 と入力画像 103 との差分画像に対する加重係数画像、108 は入力画像 101 と入力画像 104 との差分画像に対する加重係数画像、109 は入力画像 101 と基準背景画像 105 との差分画像に対する加重係数画像を表す。

【0049】入力画像 101 と入力画像 102 は、差分器 112-1 によって各画素の差分が計算され、その結果得られる差分画像は乗算器 113-1 によって加重係数画像 106 との画素毎の積が計算されて、加算器 114 に入力される。入力画像 101 と入力画像 103 は、差分器 112-2 によって各画素の差分が計算され、その結果得られる差分画像は乗算器 113-2 によって加重係数画像 107 との画素毎の積が計算されて、加算器 114 に入力される。入力画像 101 と入力画像 104 は、差分器 112-3 によって各画素の差分が計算され、その結果得られる差分画像は乗算器 113-3 によって加重係数画像 108 との画素毎の積が計算されて、加算器 114 に入力される。入力画像 101 と背景画像 105 は、差分器 112-4 によって各画素の差分が計算され、その結果得られる差分画像は乗算器 113-4 によって加重係数画像 109 との画素毎の積が計算されて、加算器 114 に入力される。

【0050】加算器 114 では、入力された 4 フレームの差分画像を画素毎に加算し、合成差分画像 110 を得る。得られた合成差分画像 110 は、二値化器 115 によって画素毎に所定のしきい値と比較され、しきい値以上の輝度値を 255、しきい値未満の輝度値を 0 として二値化画像 111 を得る。このようにすることで、撮像装置の視野内に存在する対象物体以外の動く物体が差分として差分画像に現れることを抑制し、正確な侵入物体検出が可能となる。

【0051】したがって、本発明の実施例によれば、監視対象とする監視範囲内に存在する、木の葉や波などと

いった対象物体以外の動く物体に対しては、異なるフレーム時間間隔の入力画像から得られたフレーム間差分画像、入力画像と基準背景画像との背景差分画像を所定の重みを付けて合成することで、対象物体以外の動く物体が差分として差分画像に現れることを抑制することができる。本発明によれば、撮像範囲内に侵入した対象物体を、対象物体以外の動く物体の誤検出を低減して、検出する侵入物体検出方法及び侵入物体監視装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の侵入物体の検出処理の一実施例の動作を説明するための図。

【図 2】 本発明の第 1 の実施例による処理手順を示す図。

【図 3】 本発明の第 2 の実施例による処理手順を示す図。

【図 4】 本発明の侵入物体検出方法を適用した侵入物体監視システムの一実施例の構成を示すブロック図。

【図 5】 従来のフレーム間差分法における物体検出の処理原理を説明するための図。

【図 6】 従来のフレーム間差分法における物体検出の処理原理を説明するための図。

【図 7】 本発明を洋上監視に適用した場合の入力画像の一実施例を示す図。

【図 8】 本発明を洋上監視に適用した場合の加重係数画像の一実施例を示す図。

【図 9】 本発明を屋外監視に適用した場合の入力画像の一実施例を示す図。

【図 10】 本発明を屋外監視に適用した場合の加重係数画像の一実施例を示す図。

【図 11】 図 8 の加重係数画像の設定を更に詳細に説明するための図。

【図 12】 本発明の加重係数画像の加重係数を 3 値で設定する一実施例を示す図。

【図 13】 本発明の加重係数画像の画素値を多値で設定する一実施例を示す図。

【図 14】 本発明の差分画像、加重係数画像、及び合成差分画像を説明するための図。

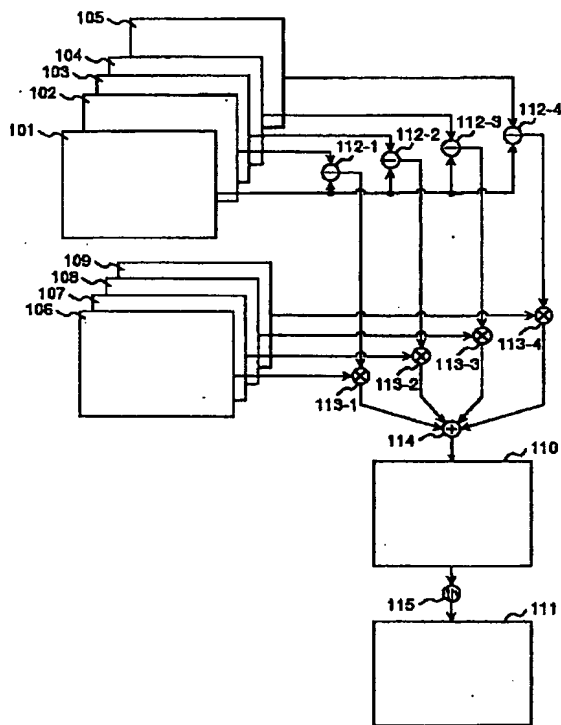
【符号の説明】

101: 入力画像、 102: 1 フレーム前の入力画像、 103: 2 フレーム前の入力画像、 104: 3 フレーム前の入力画像、 105: 基準背景画像、 106: 1 フレーム前の入力画像によるフレーム間差分画像に対応する加重係数画像、 107: 2 フレーム前の入力画像によるフレーム間差分画像に対応する加重係数画像、 108: 3 フレーム前の入力画像によるフレーム間差分画像に対応する加重係数画像、 109: 背景差分画像に対応する加重係数画像、 110: 合成差分画像、 111: 二値化画像、 112-1, 112-2, 112-3, 112-4: 差分器、 113-1, 113-2, 11

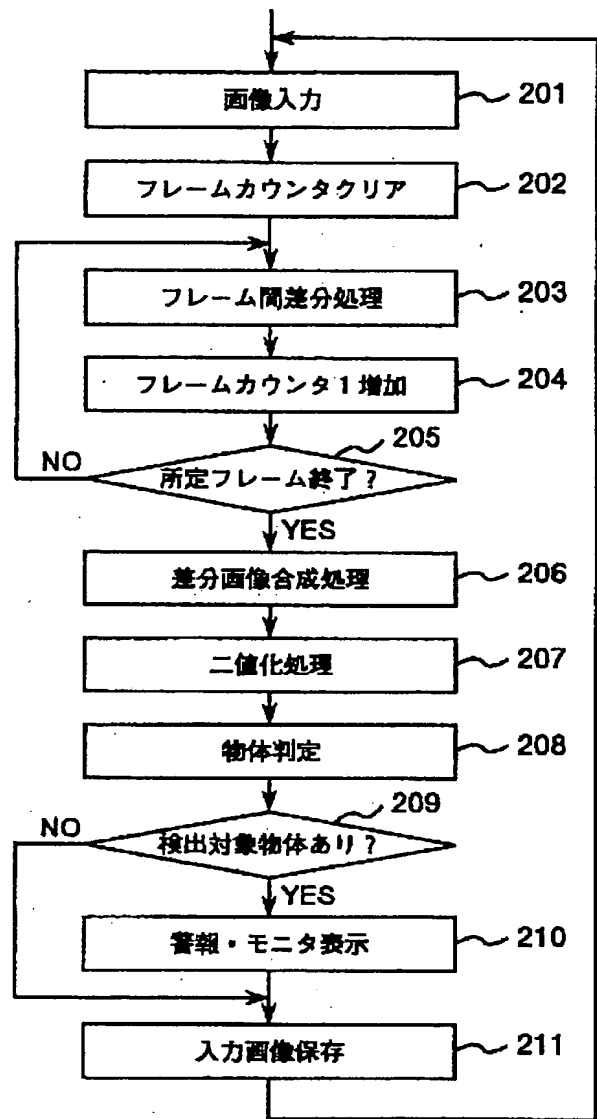
3-3, 113-4: 乗算器、 114: 加算器、 115: 二値化

器。

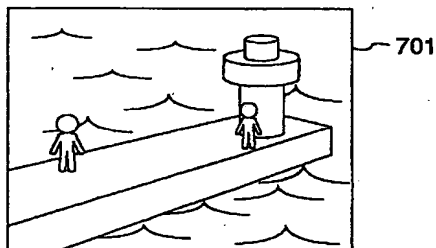
【図 1】



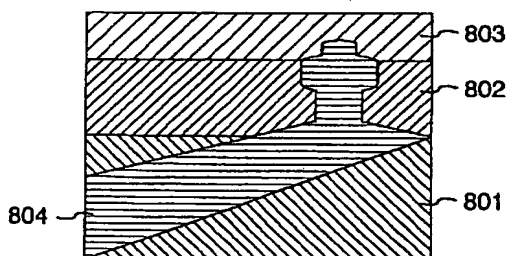
【図 2】



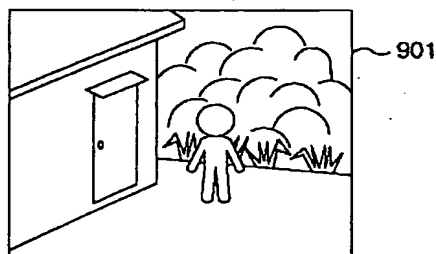
【図 7】



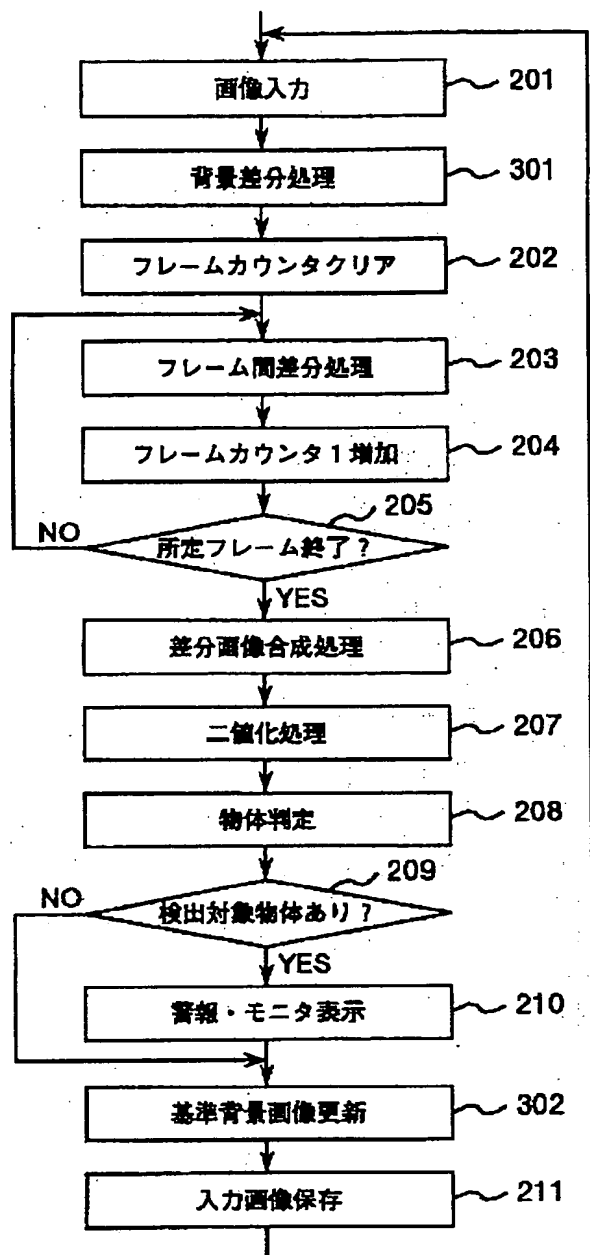
【図 8】



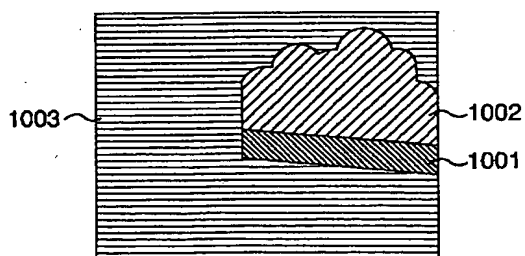
【図 9】



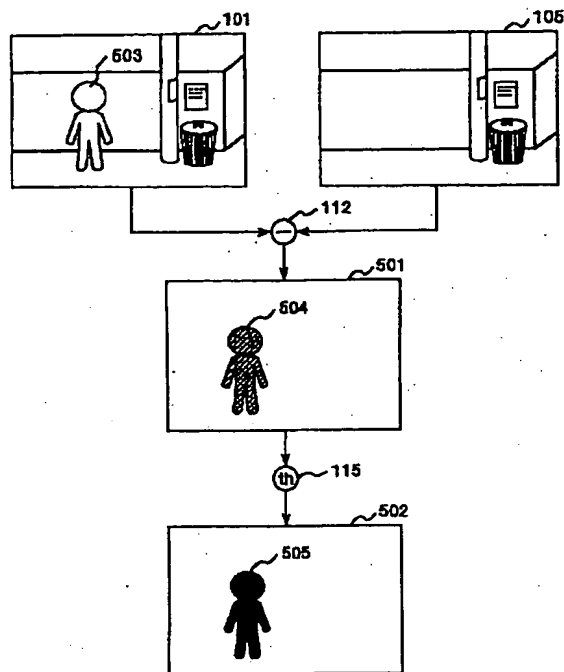
【図 3】



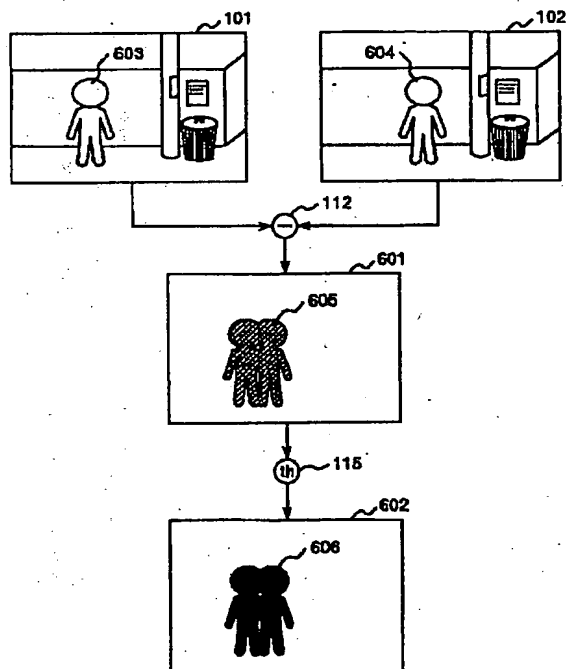
【図 10】



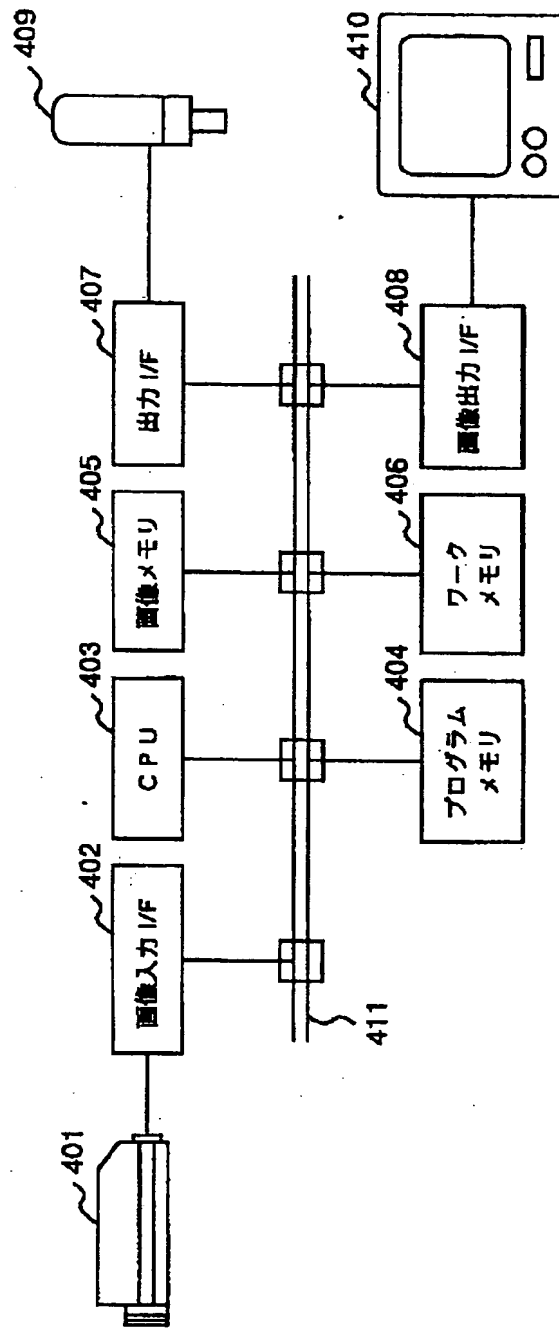
【図 5】



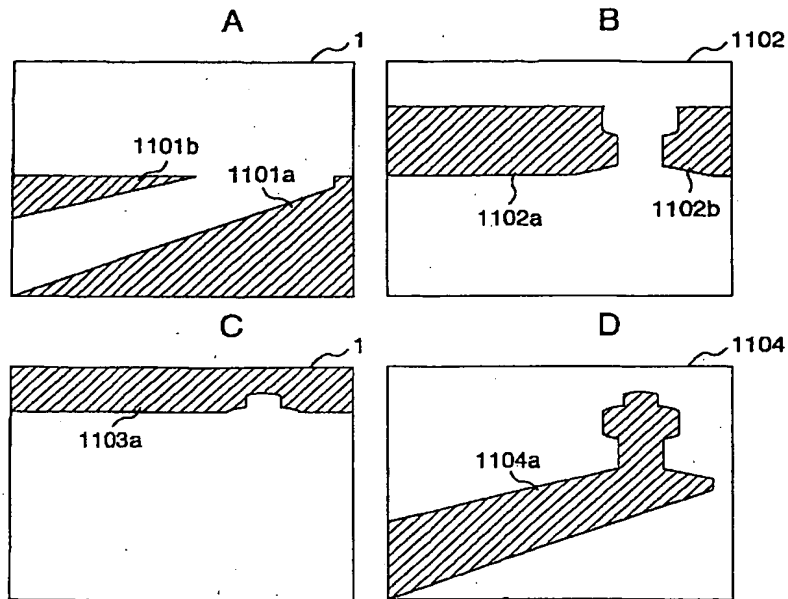
【図 6】



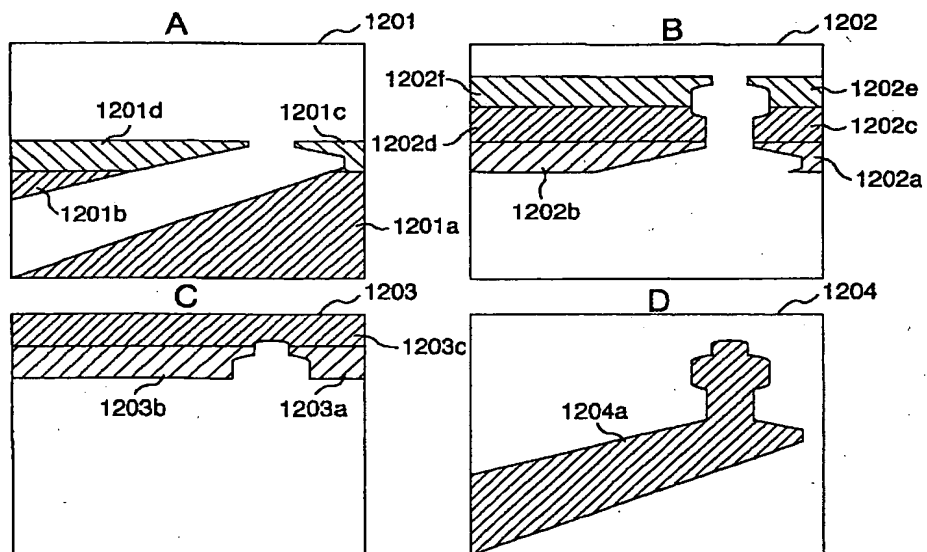
【図 4】



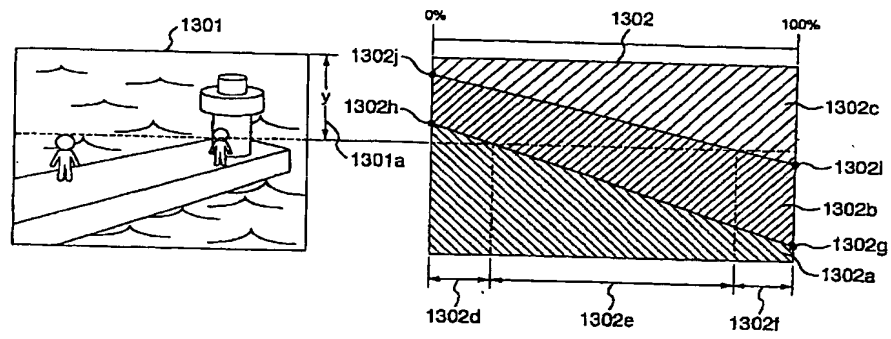
【図 11】



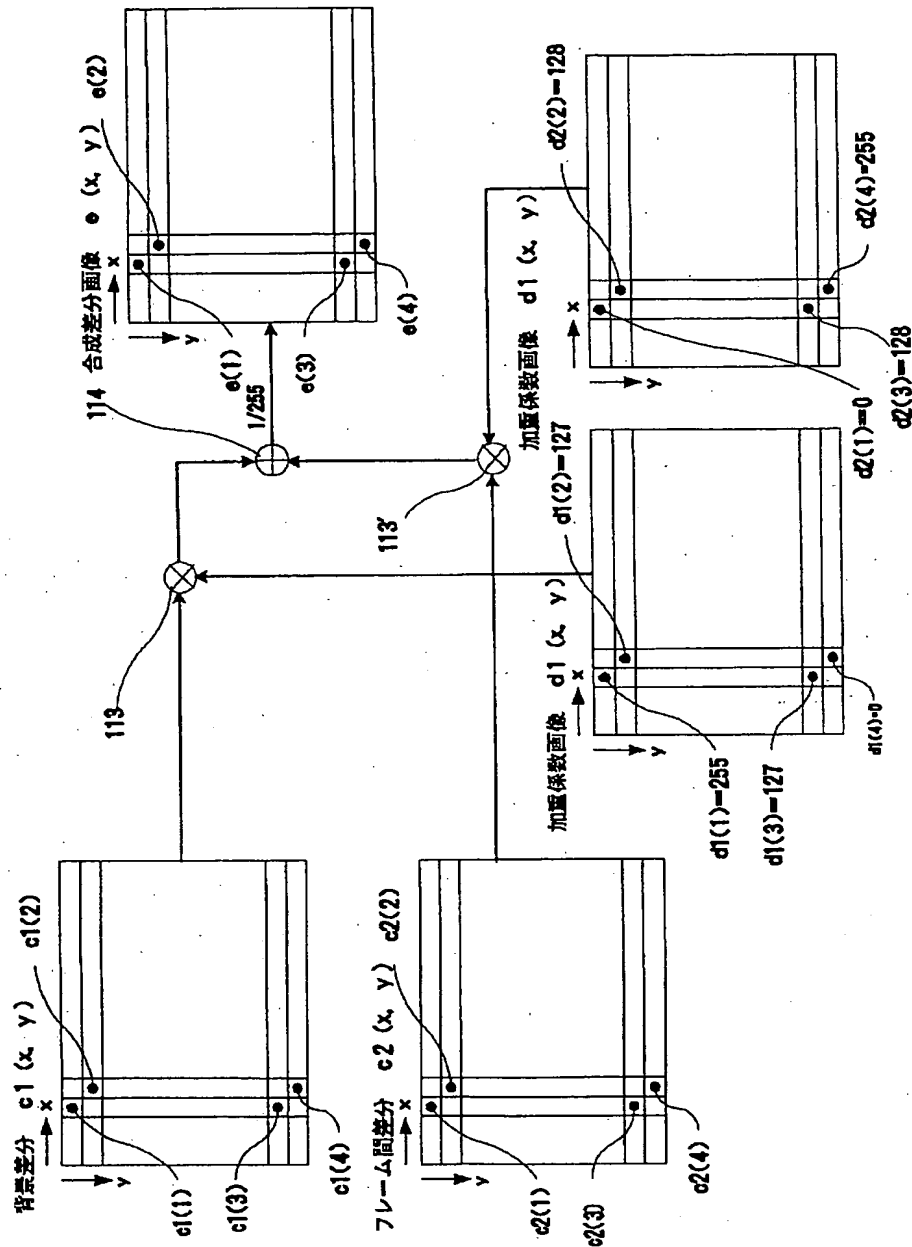
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72) 発明者 藤井 幸
 東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立
 国際電気小金井工場内

Fターム(参考) 5C054 FC01 FC05 FC12 FC16 FE28
 GA04 GB01 GB14 HA19

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)